Aus dem Strahleninstitut Prof. Dr. Voltz
der Universitätsfrauenklinik München.
Vorstand: Prof. Dr. Eymer.

Berufsschädigungen durch Röntgenstrahlen.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
in der Medizin
verfaßt und einer
Hohen Medizinischen Fakultät
der Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Gerhard Vorberg
Medizinalpraktikant in München.

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i. W.
1938

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Referent: Prof. Dr. H. Eymer

Derz. Dekan: Prof. Dr. Broemser

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Februar 1938

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548309_0054

Berufsschädigungen durch Röntgenstrahlen.

Die Zahl der bekanntgewordenen, in ihrem Berufe durch die Röntgenstrahlen geschädigten Personen, ist in dem ersten Dezennium der Röntgenära eine von Jahr zu Jahr steigende gewesen. Im Jahre 1907 hat D e a n in London eine Statistik über die bis zu dieser Zeit bekannten, an beruflicher Röntgendermatitis erkrankten Personen in England veröffentlicht. Es waren zumeist jene Aerzte und Forscher, die sich seit Beginn der Röntgenära mit der Röntgenologie befaßt hatten. D e a n schätzt ihre damalige Zahl auf 20—30 und teilt die Läsionen in schwere, mittlere und leichte. Bei den meisten der in den ersten Jahren erkrankten Personen war es zum Teil deren eigene Schuld, wodurch diese schweren Schäden an der Gesundheit entstanden, indem sie sich allen möglichen Demonstrationen und Experimenten ohne den entsprechenden Schutz ausgesetzt hatten. Der Schaden wurde erst bemerkt, als es zu spät war. Durch fortdauernde Unachtsamkeit setzten sich die Leute während des ganzen stationären Betriebes den Röntgenstrahlen aus, was dann zur Exacerbation der bereits eingetretenen Hautveränderungen führte. Von den Röntgenröhrenarbeitern dürften hauptsächlich jene von der Schädigung betroffen worden sein, die ohne jede Schutzmaßregel beim Evakuieren der Röhren lange Zeit hindurch von den die Haut stark schädigenden intensiven weichen Strahlen getroffen wurden. Röntgenschäden wurden auch bei Zahnärzten beim Halten von Zahnfilmen beobachtet, ebenso sind neuerdings Personen bei der Vornahme von Materialprüfungen durch Strahleneinwirkung gefährdet. Daß die beruflichen Schäden in viel größerer Anzahl zu verzeichnen sind als solche der Patienten, dürfte wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, daß es bei letzteren nur zu den akuten Erscheinungen einer Dermatitis gekommen ist, die nach einer übermäßigen Bestrahlung aufgetreten war, worauf man gewöhnlich diese Behandlung dauernd aufgegeben hat. Während in der ersten Epoche der Röntgenära die Zahl der Opfer unter Röntgenröhrenarbeitern und Aerzten eine relativ gleiche war, hat sich in den späteren Jahren das Verhältnis zuungunsten der Aerzte und des Hilfspersonals verschoben. Der Hauptgrund war der, daß bei der mannigfachen Art, wie die letzteren sich den Röntgenstrahlen auszusetzen gezwungen sind, die Schutzvorrichtungen nicht so ausgiebig und dauernd verwendet werden können, wie bei Arbeitern in einem fabrikmäßigen

Betriebe. Ueber eine Disposition zum Erwerben von Röntgenschäden bzw. eine Idiosynkrasie gegen das Röntgenlicht sind die Meinungen noch immer geteilt. Während die einen den Standpunkt vertreten, daß es Personen gibt, die gegen Röntgenstrahlen viel mehr empfindlich sind als andere (Schürmayer), ist nach den Arbeiten von Oudin eine Idiosynkrasie gegenüber den Röntgenstrahlen nicht anzunehmen, wenigstens nicht in dem Sinne, daß anscheinend normale, gesunde Individuen auf Dosen, die bei anderen Personen höchstens Erythem hervorbringen, mit einer schweren Verbrennung reagieren.

Die beruflichen Röntgenschäden der **Haut** können ebenso wie die durch Röntgenstrahlen bewirkten Hautveränderungen überhaupt in zweierlei Formen auftreten:

1. Als akute Röntgendermatitis bzw. als Röntgenulcus,
2. als chronische Röntgendermatitis bzw. als Röntgencarcinom.

Die häufigste Form der beruflichen Erkrankung ist die chronische Dermatitis, nur in seltenen Fällen kommt es zum Auftreten einer akuten Hautentzündung, die entweder ausheilt oder in eine chronische Erkrankung übergehen kann. Wenn somit die akut auftretenden Veränderungen als Berufskrankheit nur wenig in Betracht kommen, sollen sie dennoch als nicht seltener Ausgangspunkt sowie als mögliche Komplikation der chronischen Veränderungen eingehender besprochen werden.

1. Die akute Röntgendermatitis.

Nach Ablauf einer entsprechenden Latenzzeit (etwa 3—21 Tage) treten an der belichteten Stelle Entzündungserscheinungen auf, bei denen wir ähnlich wie bei den Verbrennungen 3 Grade unterscheiden:

1. die Radiodermatitis hyperaemica oder erythematosa,
2. die Radiodermatitis bullosa oder excoriativa,
3. die Radiodermatitis necroticans oder ulcerosa.

Bei jeder dieser Reaktionsformen unterscheiden wir drei Stufen: den Anstieg, die Akme und den Abfall. Je größer die Dosis, desto rascher der Anstieg, desto höher die Akme und desto langsamer der Abfall. Von den akuten, durch Verbrennung erzeugten Dermatitiden unterscheidet sich diese Dermatitis durch die Insensibilität ihrer Einwirkung, zweitens durch das lange Inkubationsstadium

und drittens durch das begleitende Effluvium capillorum. Sie gleicht am meisten der durch Ultraviolettstrahlen des Sonnen- und elektrischen Bogenlichtes erzeugten Dermatitis solaris, wo ebenfalls die Einwirkung des Lichtes selbst nicht empfunden wird und die Veränderungen nicht sofort zu Tage treten; hier dauert aber die Latenz nur einige Stunden und es fehlt Haarausfall und Tiefenwirkung vollkommen.

Bei der Röntgendermatitis ersten Grades tritt zumeist ohne besondere Begleiterscheinungen eine Rötung der Haut auf, die einige Tage hindurch stets intensiver wird und oft von Haarausfall begleitet ist. Zuweilen kommt es auch vor, daß nur Haarausfall als einziges Symptom einer leichten Reaktion erscheint. Es sei hier gleich erwähnt, daß diese Alopezie, die auf eine akute Atrophie der Haarpapille zurückgeführt wird, in diesen Fällen nur vorübergehend ist, indem sich nach 4—6 Wochen ein Nachwuchs der Haare einstellt, der gewöhnlich in 2—3 Monaten zur vollständigen Regeneration führt. Zuweilen ist die Röntgendermatitis ersten Grades von leichtem Jucken begleitet. Nach einigen Tagen, wenn die Rötung der Haut ihren Höhepunkt erreicht hat, kommt es zu livider Verfärbung derselben, später zum Abblassen und schließlich zur Braunfärbung und Schuppung. Der ganze Heilungsprozeß dauert meist 3—4 Wochen.

Bei der Röntgendermatitis zweiten Grades, bei der die Inkubationsfrist nur etwa 10 Tage beträgt, kommt es neben den oben geschilderten Symptomen auch zur Blasenbildung, zur Abstoßung der Epidermis und zu seröser oder eitriger Sekretion. Doch ähnlich wie bei der Dermatitis ersten Grades wird die Haut auch hier nach 5—6 Wochen scheinbar vollständig regeneriert, wobei es aber später bisweilen zu atrophischen Stellen mit Pigmentanomalien und Teleangiektasien kommt.

Die Röntgendermatitis dritten Grades hat eine noch kürzere Inkubationszeit (6—8 Tage) und führt unter heftigen Schmerzen und starker Sekretion zu fortschreitender Nekrose und Ulceration. Diese Röntgengeschwüre treten besonders an den Streckseiten der Gelenke auf: an Stellen, wo eine Rhagade ist oder wo sich durch Abstoßung einer Hyperkeratose ein Defekt gebildet hat. Sie fühlen sich zumeist grobkörnig, höckerig an, ihr Grund ist gewöhnlich schmierig belegt, grau bis rot verfärbt, rauh und blutet oft bei den geringsten Insulten. Der Rand des Geschwürs wird meist von harten, überhängenden Keratosen gebildet. Die Geschwürsfläche zeigt nur geringe Heilungstendenz, die Heilung erfolgt unter Zurücklassung einer glatten atrophischen mit zahlreichen Teleangiektasien versehenen Narbe und kann sich über Monate und Jahre erstrecken.

Nach Belichtung mit harten und stark filtrierten Röntgenstrahlen ist die Inkubationszeit länger. Bei mäßig starker Belichtung

wird manchmal eine ganz eigentümliche, oberflächliche, nur auf die Epidermis lokalisierte Entzündung beobachtet, die sogenannte Epidermatitis von Raynaud und Nogier, deren Eigenartigkeit allerdings von Rost auf Grund von experimentellen Arbeiten bestritten wird. Bei sehr starken Belichtungen dürften sich stets sehr tief greifende und hartnäckige Ulcera entwickeln.

Als Folgeerscheinungen einer überstandenen akuten Röntgendermatitis finden wir an der Haut zumeist eine Pigmentation, die entweder schon frühzeitig, zumeist 2—3 Wochen nach der Bestrahlung auftritt (Pseudopigmentation)) und bald verschwindet, oder eine echte Spätpigmentation, die Monate und Jahre dauern kann. Diese tritt zumeist nach einer Dermatitis zweiten Grades auf: als braune Fleckung mit weißen atrophischen Zwischenstellen und Teleangiektasien und ist auf vermehrte Bildung des Hautfarbstoffes sowohl in den Basalzellen der Epidermis wie in den Chromatophoren des Stratum papillare zurückzuführen (Rost). Dabei wurde auch ein Uebertritt von Pigment aus Chromatophoren in interepitheliale Spalten beobachtet. Zuweilen findet man auch eine kräftigere Pigmentierung der Haare. Eine weitere Schädigung besteht vor allem beim zweiten und dritten Grad selbst nach der Heilung in einer durch Zerstörung der Haarpapille hervorgerufenen dauernden Alopezie, welche zumeist mit einer Hautatrophie, mit Teleangiektasien sowie einer verminderten Sekretion und vollständigen Degeneration der Schweiß- und Talgdrüsen einhergeht. Die Störungen der letzteren bewirken eine Trockenheit der Haut. Eine dauernde Alopezie kann sich aber auch entwickeln, ohne daß eine Hautentzündung vorhergegangen ist.

Bevor wir zur ausführlichen Besprechung der chronischen Röntgendermatitis übergehen, sei in wenigen Worten der zuerst von Köhler und Holzknecht als solcher erkannten Vorreaktion gedacht. Diese äußert sich in einem kurz nach der Bestrahlung (Stunden bis Tage) auftretenden Erythem. Die Haut ist an der belichteten Stelle blaß rosa bis rot verfärbt, es besteht leichtes Jucken und Brennen, ein Zustand, der 1—8 Tage anhalten kann. Die Vorreaktion ist gleichfalls als direkte Wirkung der Röntgenstrahlen aufzufassen, und zwar als Ausdruck eines primären Reizzustandes der Haut, der durch Verabreichung einer entsprechend hohen Dosis entsteht und namentlich bei einer pathologisch gesteigerten Reizbarkeit des vasomotorischen Systems auftritt.

2. Die chronische Röntgendermatitis ist die typische Berufsschädigung der Aerzte, Physiker und Techniker. Bei diesen Personen entwickelt sich als Folge immer wiederholter Belichtung der Haut mit kleinen Dosen einer meist sehr weichen Strahlung ein chronisch verlaufender Entzündungsprozeß, der in seinen klinischen

und pathologisch-anatomischen Bildern kaum noch Aehnlichkeit mit der akuten Röntgenentzündung aufweist.

Ueber berufliche Schädigungen, die zum Bilde der chronischen Hautveränderung führten, berichten schon frühzeitig Richer und Londes aus dem Laboratorium der Salpêtrière. Beck, Bichler, Hallopeau und Gadaud gaben die ersten Beschreibungen typischer Hautveränderungen bei Röntgenärzten. Dohan und Kienböck fassen ihre Ergebnisse folgendermaßen zusammen: „Die chronische Schädigung der Haut entsteht gewöhnlich durch Summierung meist kleinerer Mengen Röntgenlichtes."

Klinisch lassen sich folgende Stadien unterscheiden:

a) das Erythème radiographique (Oudin),
b) die Atrophie der Haut u. Teleangiektasien,
c) die Hyperkeratosen.

Das Erythème radiographique findet man in der klassischen Form der sogenannten „Röntgenhand". Die Elastizität der Haut ist mangelhaft, die Falten vertieft, dabei die im ganzen verdickte Epidermis aufgelockert und der Haarwuchs verringert. Diffus verteilt, kommt es zu kleinen dunklen, warzenähnlichen Auflagerungen (Hyperkeratosen), welche in ihrer Mitte gewöhnlich einen komedoähnlichen schwarzen Fleck aufweisen. Diese Veränderungen sind als Ernährungsstörungen aufzufassen. Gleichzeitig setzen Veränderungen der Nägel ein. Sie werden brüchig und rissig. Die ganze Haut wird gegen Reize jeder Art, gegen Stoß und Berührung, gegen Kälte und Wärme außerordentlich empfindlich. Charakteristisch sind lästiges Spannungs- und Druckgefühl und unangenehme Wärmeempfindungen, meist Beweise für Zirkulationsstörungen. Die Fingerglieder können, da die Haut über den Gelenken verdickt ist, schlecht bewegt werden. Die typischen Lokalisationen der beschriebenen Veränderungen sind Hand- und Fingerrücken. Das ist erklärlich, denn diese Regionen werden namentlich bei leichtfertigen Röntgendurchleuchtungen mit ungeschützter Hand oder falsch konstruierten Leuchtschirmen immer wieder von den Strahlen getroffen. Die primären Veränderungen gehen selten über das Handgelenk hinaus, da hier der Schutz durch die Kleidung einsetzt. Im Gesicht werden die Nasenspitze, Haut über den Stirnhöckern, Jochbogen und Kinn vorzugsweise geschädigt, da sie dem Druchleuchtungsschirm am nächsten sind. Nach und nach treten Teleangiektasien auf, namentlich an Stellen, an denen stärkere Entzündungen abgeklungen sind. Zu der Atrophie der Haut und den Teleangiektasien gesellen sich als weitere Begleiterscheinungen mangelhafte Funktionsfähigkeit der Schweiß- und Talgdrüsen, dadurch wird die Haut im ganzen abnorm trocken und glanzlos. Der Zustand erinnert schließlich an das Bild des Xeroderma pigmentosum.

Die Hyperkeratosen zeigen sich entweder in Form diffuser Verhornung nach Art der Sklerodermien oder in Gestalt umschriebener Warzen. Holzknecht bezeichnet die Röntgenkeratosen als präcanceröse Bildungen gleich den senilen Warzen, aus denen sich auch Epitheliome entwickeln können. Er betrachtet sie nicht als unmittelbare Folgen der Strahlenwirkung, sondern als Gebilde, die nach Ablauf von Jahren auf dem von einer Röntgenreaktion geschädigten Boden als einem Locus minoris resistentiae entstehen. Er unterscheidet rasch wachsende Keratosen, die leicht in das Cancroid übergehen, kleine tiefreichende lamelläre Keratosen, deren Lieblingssitz die Fingerbeere und der Nagelfalz sind, und schließlich Nagelkeratosen. Bei weiterem Fortschreiten der Erkrankung, namentlich nach Abstoßen der Warzen oder mechanischer Entfernung, können sich Geschwüre bilden. Diese gleichen klinisch den Röntgengeschwüren nach der akuten Dermatitis.

Der Röntgenkrebs.

Die ersten Schilderungen über diese furchtbare Krankheit stammen von Frieben, der ein Cancroid an der Hand eines Angestellten einer Röntgenröhrenfabrik beschreibt, und von Comas und Prio über das Röntgenkarzinom eines Arztes. Hesse berichtet aus der Bonner Poliklinik von Paul Krause über 94 in Deutschland, Amerika, England und Frankreich beobachtete Röntgenkarzinome einschließlich eines Sarkoms.

Zwischen dem Anfang der Strahleneinwirkung und dem sicheren Krebsnachweise vergehen gewöhnlich 4—14 Jahre. Im Durchschnitt beträgt die Inkubationszeit des reinen Röntgenkarzinoms 9 Jahre.

Immer erkrankt primär die Haut. Und zwar sind es in unserem Fall meist die Hände, die erkranken; seltener können wir Karzinome im Gesicht, am Kinn, Wange und Stirn beobachten. Die erkrankten Stellen saßen vornehmlich auf der linken Hand und hier wiederum auf dem Mittelfinger lokalisiert. Die Mehrbeteiligung der linken Hand ist dadurch erklärt, daß der Arzt für gewöhnlich die Rechte zu Manipulationen gebraucht und weniger den Strahlen aussetzt. Eine ausgesprochene expansive oder infiltrative Wachstumstendenz besitzt das Röntgenkarzinom nicht. Das Röntgenkarzinom tritt sowohl solitär wie multipel auf und metastasiert auf dem Lymphweg in 24—26 % der Fälle (zum Vergleich: Das Magenkarzinom metastasiert in 60—75 % der Fälle). Verhältnismäßig häufig finden wir bei Karzinomen des Hand- und Fingerrückens ein Hineinmetastasieren in die Cubital- oder Axillardrüsen. Die Metastasierung in die Achselhöhle ist prognostisch ein außerordentlich ungünstiges Zeichen.

Seltener kommen Metastasen im Mediastinum, in der Lunge, Pleura oder Leber vor. Hesse berichtet sogar über einen Fall von Magenmetastase nach einem primären Röntgenkarzinom. Für die Erkennung des Röntgenkarzinoms gibt uns Krause wichtige Anhaltspunkte: „Es bestand eine deutliche Atrophie der Haut, besonders auffallend ist das Auftreten von vielen kleinen Warzen in der Gegend des bestrahlten Feldes. Charakteristisch sind die nekrotisch ulcerierenden und die hypertrophisch keratotischen Stellen. In erster Linie kommt aber für die Krebsentwicklung das Ulcus in Betracht. Es ist immer verdächtig, wenn der Rand des Geschwürs sich verhärtet, scharf abgesetzt ist und vor allem, wenn das Ulcus auf der Unterlage wenig verschieblich wird oder lokalisierte, proliferierte Knötchen entstehen. Andere Formen des krebsverdächtigen Geschwürs weisen schlaffe Granulationen mit meist schmierigem, eitrigem Belag auf, mit adhärenten Fibrinauflagerungen, die bei leisester Berührung bluten. Manchmal wurden in der Mitte des Ulcusbodens auch atypisch wuchernde Epithelinseln, diffus indurierte Anschwellungen oder blumenkohlartige Proliferationen beobachtet. Besonders hervorzuheben ist, daß auch frisch überhäutete oder mit transplantierten Hautläppchen gedeckte Ulcera zentral stets von neuem nekrotisch einsinken können. Es scheint nach den Beobachtungen immer karzinomverdächtig zu sein, wenn am Rand von gelungenen Transplantationen stets wieder ein Ulcus entsteht. Die Größe des Ulcus ist bei der Frage, ob ein Krebs vorliegt, wenig entscheidend. Dagegen ist eine ohne jede erkennbare Ursache auftretende rapide Vergrößerung, flächenhaft sowohl als in die Tiefe gehend, stets karzinomverdächtig. Außer dem Ulcuskarzinom gibt es noch zwei andere Formen des Röntgenkrebses, die hypertrophischen und atrophischen Formen."

Viel Aufsehen hat im Schrifttum der Depenthalsche Fall eines Mammakarzinoms erregt: „Eine Röntgenschwester, 18 Jahre im Röntgenbetrieb tätig, erkrankte 1907 an Röntgenkarzinom an vier verschiedenen Fingern beider Hände. Exartikulation der befallenen Finger; einige Monate später Absetzen der linken Hand und nach einem weiteren Jahr Amputation des linken Armes. An der rechten Hand bleibt ein ausgedehntes, häufig ulcerierendes Ekzem dauernd bestehen. 1914 Karzinomknoten in beiden Mammae. Beiderseitige Amputation mit Ausräumung der Achselhöhle. Nach 1½ Jahren Knoten in der linken Halsseite und dem Nacken, später Pleuritis. Exitus."

Die einfachste Erklärung des Falles Depenthal ist wohl die, daß das Röntgenkarzinom an den Händen die Metastasen in beiden Mammae gesetzt hat. Auch ist Doppelseitigkeit des Mammakarzinoms selten. Depenthal selbst glaubt, daß das Karzinom

an der Hand durch die direkte Einwirkung der Strahlen zustandegekommen sei, der Prozeß in den Brustdrüsen aber als Folge einer durch das Röntgengift ausgelösten Reaktion des Gesamtkörpers aufgefaßt werden müsse. Einen ähnlichen Standpunkt vertritt Vogt; er hält diesen Fall für „ein echtes Röntgenkarzinom, welches mit der Sicherheit eines Experimentes am Menschen die Bedeutung der Allgemeinwirkung der Röntgenstrahlung uns in anschaulicher Weise vor Augen führt". Wir wissen über die lokale Entstehung des Karzinoms nichts. Noch viel unklarer ist es uns aber, wie ein Krebs durch Fernwirkung der Röntgenstrahlen erzeugt werden soll.

Prognose: Trotzdem das Röntgenkarzinom sich langsam entwickelt und keine starke Neigung zur Metastasenbildung zeigt, so sind doch Heilungen selten. Meist kommt es trotz ausgedehnter Operationen zu immer neuen Metastasen, bis schließlich der Tod eintritt. Die Sterblichkeitsziffer schwankt je nach den einzelnen Autoren (Hesse, Porter) zwischen 19⅓ und 25 %.

Die Entstehung des Röntgenkarzinoms ist nach wie vor noch in Dunkel gehüllt. Wyss nimmt an, daß infolge der Gefäßschädigung dem Epithel die normale Ernährung langsam entzogen werde und das Epithel daher gezwungen sei, eigenmächtig in das Bindegewebe einzudringen, um dort auf Kosten anderer Gewebselemente sein Wachstum zu entfalten. Diese Erklärung vermag jedoch nicht ganz zu befriedigen, da gerade bei der chronischen Röntgendermatitis, die in weit höherem Maße als die akute den Boden für das Röntgenkarzinom abgibt, die Gefäßschädigungen gering sind oder ganz fehlen. Nach Hesse kann man sich die Entstehung der Röntgenkarzinome auch so vorstellen, daß aus den Narben und entzündlich veränderten Hautstellen, die durch die primäre Läsion des Bindegewebes und Gefäßapparates entstehen, gemäß der Theorie von Ribbert einzelne Epithelzellen abgesprengt werden, die dann den weiter auf sie einwirkenden Röntgenstrahlen gegenüber einen Ort geringeren Widerstandes bilden und krebsig entarten können. Theilhaber sieht ganz allgemein im Krebs, so auch im Strahlenkrebs, die Folge einer Insuffizienz des Gewebsschutzes, d. h. der Schutzkräfte des Bindegewebes gegenüber der Grenzüberschreitung und der sich anschließenden exzessiven Wucherung der Epithelien. Nach den neuesten Ansichten von Flaskamp besteht die Möglichkeit des Entstehens des Röntgenkarzinoms durch ein Zusammenwirken der organischen Zellschädigung mit einer funktionellen Schädigung. Die organische Zellschädigung entsteht hierbei durch den chronischen Reiz der Strahlenwirkung: als Schädigung der Haut mit den Stadien der Entzündung, Geschwürsbildung, Atrophie und Degeneration.

Alle diese Theorien und Anschauungen lassen aber kein klares und vollständiges Bild von der Genese des Strahlenkrebses gewinnen, sie sind nur Stückwerk und lassen eine Lücke offen. Ungelöst bleibt immer noch die Frage, ob die chronische Zellschädigung zu einer Aenderung des Zellcharakters und zum Wildwerden führen kann oder ob als Folge der Gewebsschädigung und der Unordnung im Zellverbande eine Proliferationsmöglichkeit gegeben wird.

Histologie der Hautveränderungen.

Akute Dermatitis.

Mikroskopische Untersuchungen der radiochemischen Hautveränderungen wurden bei Menschen, häufiger noch bei Tieren vorgenommen, zuerst von Oudin, bald darauf von Unna u. a. Besonders wertvoll war die Entdeckung Gassmanns von bisher unbekannten Gefäßveränderungen und Scholtz' Studium der ersten Anfänge der Röntgenwirkung an Tieren.

Einige Stunden nach der Bestrahlung zeigen sich an den tiefen Epidermiszellen und den Wurzelscheiden der Haare Degenerationen, also schon zu einer Zeit, in der klinisch noch keine Entzündungserscheinungen nachweisbar sind. Später erscheint die Epidermis aufgelockert, in allen Schichten verdickt, die Haarbälge atrophisch, die Zellen der Wurzelscheiden degeneriert; in der Cutis leichtes Oedem und Verdickung der Bindegewebsbalken. Es findet sich nur geringe Degeneration der Bindegewebszellen und Schweißdrüsen.

Am Grund der Röntgenulcerationen sind schwere Degenerationen des Gewebes mit hochgradiger Anämie nachzuweisen, Wucherungen und vascularisierende Degeneration der Intima der Gefäße, Auffaserung der Elastica, Vacuolisierung der Muscularis (Gassmann).

Die Histologie der chronischen Röntgendermatitis.

Im krassen Gegensatz zu den Bildern der akut verlaufenden Hautentzündungen und dem Geschwür stehen die Bilder der chronisch verlaufenden Schädigung. Insbesondere fehlt bei der chronischen Strahlenschädigung die schwere Läsion der Blutgefäße (Unna). Als Characteristica finden wir Hypertrophien im Bereich aller epidermalen Schichten, Verbreiterung der Hornschicht, Körner- und Stachelschicht. In der Lederhaut siedelt sich ein chronisches interstitielles Oedem an, welches die Colagenfasern verdünnt, lockert und auch zu einer Atrophie der elastischen Fasern führt. Nur die glatten Muskeln verdicken sich in höchst auffallender Weise. Durch

diese Veränderungen der Intercellularsubstanzen tritt eine erhebliche Verschiebung derselben untereinander und damit eine starke Alteration der gesamten Textur der Cutis ein. Von dieser ist höchstwahrscheinlich auch das scheckig rotweiße Aussehen der Röntgenhaut abhängig, da die Blutüberfüllung der tiefen Hautgefäße eine allgemeine und gleichmäßige zu sein scheint (Unna). Neben den atrophischen Veränderungen des Epithels kommt es häufig zu hypertrophischem Wachstum. Entweder sind es die Hyperkeratosen selbst oder das Deckepithel, das wuchert, Tiefenwachstum oder eventuell maligne Entartung zeigt. Damit ist die Entstehung des Röntgenkarzinoms gegeben.

Die Histologie des Röntgenkarzinoms.

Histologisch ist das Röntgenkarzinom als Plattenepithelkrebs anzusprechen, das aus dem verhornenden Deckepithel der Haut hervorgeht. Das histologische Präparat zeigt ein überraschendes Tiefenwachstum des Epithels und eine sehr lebhafte zellige Infiltration (Ribbert). Auffallend ist das Fehlen des Stratum lucidum (Hesse). Die Stachelzellenschicht ist meist verbreitert, ihre Zellen sind groß und schön geformt. Im Rete Malpighi finden sich als Ausdruck der von Gassmann beschriebenen vacuolisierenden Degeneration Zellen, deren Kern durch eine Art von Vacuole verdrängt und halbmondförmig an die innere Plasmahöhlung gepreßt ist. Charakteristisch für das ausgebildete Karzinom sind ferner zahlreiche kleine Hornperlen im Stratum corneum, nach Hesse ein Zeichen relativer Gutartigkeit, während die Bildung großer solider Sprossen aus Stachelzellen weit mehr für Malignität spricht.

Die Therapie der akuten Röntgendermatitis und des Röntgenulcus.

Die Behandlungsvorschläge rufen hier fast alle Mittel, die für die Behandlung entzündlicher und ulceröser Prozesse überhaupt in Frage kommen, auf den Plan. Feuchte Umschläge und Kompressen sowie Bäder machen den Anfang. So bewährte sich nach Arning Wasserstoffsuperoxyd, nach Herxheimer Creolinlösung 1:1000, nach anderen Berieselungen mit Kochsalzlösung. Neben der feuchten Behandlung spielt unbestritten die Salbenbehandlung eine große Rolle. Borsalbe, Resorcinsalbe, Terpestrolsalbe (Platz), Schwarzsalbe, graue Salbe und die von Henseler empfohlene Wintersche Kombustinsalbe sind hier die bedeutendsten Vertreter. In letzter Zeit sind gute Erfolge mit radiumemanationshaltigen Salben (Radermasalbe) bei Prophylaxe und Therapie von Haut-

schäden verzeichnet worden. Der Puderbehandlung sprechen Wetterer und Dodd das Wort. Wetterer empfiehlt Einpudern der Haut mit Talkum. Einen wichtigen Bestandteil der konservativen Methoden bilden weiterhin die physikalischen Heilmittel. Wiesel tritt ein für die Uviollampe von Schott, Kaiser für Blaulichtbehandlung, Strebel schließlich für Kohlenbogen- und Ultraviolettlicht. Becker konnte nach seinen Angaben sogar schwerste Fälle von Ulcusbildung mit Entwicklung von enormen Teleangiektasien und sklerodermieartiger Verhärtung der Haut mit Quarzlicht zur Heilung bringen. Allerdings fehlt es auch nicht an gegenteiligen Meinungen. So vor allem Wetterer, der bei seinen Versuchen mit Finsen- und Quarzlicht die „denkbar schlechtesten Ergebnisse" erzielt hat. Schließlich sind auch die Röntgenstrahlen zur Behandlung der Ulcerationen herangezogen worden. Perl verordnet schwache Dosen 1/20 der HED unter 3 mm Al. Mit der von Tillmann angegebenen Eigenblutumspritzung und dem von Rebaudi empfohlenen Paraffinspritzverfahren ist die Ulcustherapie um zwei weitere Mittel bereichert worden. Die Heilung muß man bei der Tillmannschen Methode wohl als durch künstliche Aktivierungsprozesse bedingt auffassen. In allerneuester Zeit hat Wright ausgezeichnete Erfolge mit frischer Aloe erzielt, mit der Röntgengeschwüre und Teleangiektasien längere Zeit behandelt wurden. Neben diesen rein konservativen Methoden werden bei Röntgenulcerationen auch chirurgische Maßnahmen angeraten, wie Excision (Gnant, Pels-Leusden), Transplantation (Baermann und Linser), Durchschneidung der zum Geschwür verlaufenden Nervenfasern (Agnes F. Savill), periarterielle Sympathektomie nach Leriche. Bei Ulcerationen mit wallartigen Rändern oder bei der Möglichkeit des Entstehens einer malignen Degeneration hat Bordier gute Erfolge mit Elektrocoagulation erzielt.

Die Therapie der chronischen Röntgendermatitis.

An die Spitze dieser Erörterungen möchte ich den Satz stellen, der in seiner Befolgung wohl die beste und sicherste Therapie darstellt, die es überhaupt gibt: „Jeder Röntgengeschädigte hat die Pflicht, vom Augenblicke an, in dem er auch nur die geringste Hautschädigung an sich feststellt, die strenge Vorschrift, sich der Röntgenstrahlenwirkung zu entziehen, durchzuführen (Flaskamp)".

Ist die Schädigung manifest, dann ergibt sich neben der Notwendigkeit, jede Strahlenwirkung zu meiden, die weitere: mechanische, thermische und medikamentös-chemische Reize fernzuhalten.

Als Schutz gegen äußere Einwirkungen sind Verbände und Schutzhandschuhe zu gebrauchen. Die Hautatmung darf dadurch aber nicht gesperrt sein. Ein derartiger Handschutz schützt auch vor Wärmeschädigung, namentlich vor plötzlicher starker Abkühlung durch Frost. Unter die medikamentös-chemischen Reize fällt auch der Gebrauch von Seife, wie ferner das Arbeiten im chemischen oder photographischen Laboratorium. Beides ist auf ein Mindestmaß zu beschränken oder völlig darauf zu verzichten. Eine Handdesinfektion z. B. mit Alkohol oder Sublimat ist aus diesen Gründen ebenfalls zu unterlassen. Die Therapie der chronischen Dermatitis muß unbedingt bei den atrophischen und degenerativen Veränderungen, insbesondere den Hyperkeratosen einsetzen, da sonst der malignen Degeneration in Form der Geschwürs- und Krebsbildung nicht mehr erfolgversprechend Einhalt geboten werden kann. Holzknecht, Unna und Wetterer empfehlen übereinstimmend, die atrophischen Zustände mit Bädern anzugehen, um den Verlust an Gewebswasser zu kompensieren. Unna empfahl warme Waschungen und Handbäder, Wetterer Arnikaabkochungen, wobei dem Wasser zur Erweichung der Hornbildungen alkalische Seifen zugesetzt werden können. Die Austrocknung der Haut verhindert man durch feuchte Verbände, die durch Anwendung von Billrothbattist, Guttapercha usw. vor Verdunstung geschützt werden. Die dabei entstehenden Wasserdämpfe und Wärme fördern die Aufquellung und Durchweichung der Haut. Neben den Handbädern empfiehlt Unna zur Beseitigung der Hyperkeratosen oxydierende Mittel, die zusammen mit der Anwendung von hornerweichenden und schälenden Mitteln zum Erfolg führen sollen. Die hornerweichenden Mittel zerfallen in vier Gruppen:

1. Wasser,
2. hygroskopische Mittel,
3. Alkalien,
4. Fette.

Ueber das Wasser in seiner Anwendungsform als Handbäder ist vorher schon ausführlich gesprochen worden. Unter den hygroskopischen Mitteln kommen Glycerin, Kochsalz, Kreuznacher Mutterlauge und Chlorcalcium in Form von Salbenzusätzen in Betracht. Die Alkalien — Kaustische Alkalien, Alkalicarbonate und Seifen — werden als Zusatz zu Bädern verwandt und wirken dann ausgezeichnet, namentlich Seifen in Form protrahierter Bäder. Den Hauptwert legt Unna auf Fette und Schmiermittel, die die Elastizität der Hornschicht erhöhen und dadurch der Rhagadenbildung entgegenwirken. Als oxydierende Mittel hält der letztere das Wasserstoffsuperoxyd, die Natronsuperoxydseife und die Hebrasche Salbe als besonders geeignet. Die Salicylsäure ist als Schälmittel indiziert,

während vor Resorzin wegen seiner reduzierenden Nebenwirkung gewarnt wird (Wetterer). Günstig wirkt auch das Bekleben des Handrückens und der dorsalen Fingerpartien mit Zinkoxydpflastermull oder Bestreichen der kranken Hand mit Zinkleim, da es gleichzeitig einen vorteilhaften Schutz gegen die Einwirkung der Röntgenstrahlen bietet. Besonders starke Schwielen und warzenartige Bildungen werden von Zeit zu Zeit mit Mercks 30%igem Wasserstoffsuperoxyd geätzt. Verschiedene Autoren (u. a. Halberstädter, Holzknecht) versuchten die Hyperkeratosen mit Röntgen- und Radiumbestrahlung zu behandeln und haben dabei bemerkenswerte Erfolge erzielt. Holzknecht ging hierbei von der Ueberlegung aus, daß die Hornbildungen nicht eine unmittelbare Folge der Röntgenbestrahlung seien und daß eine elektive Strahlenwirkung die keratotischen Zellen zerstören und in ihrem Wachstum hemmen müsse.

Wetterer empfiehlt hohe Dosen einer stark filtrierten Strahlung. Wetterer empfiehlt ferner die Kohlensäureschneebehandlung in solchen Fällen, in denen zahlreiche Hyperkeratosen vorhanden sind, deren chirurgische Beseitigung auf Schwierigkeiten stoßen würde. Bei weiter fortgeschrittenen Hyperkeratosen, die bereits zur Rhagadenbildung neigen, warnt Bordier vor jeglicher Röntgen- oder Radiumtherapie, da solche nur zu einer weiteren Radiodermatitis führe. Im Vergleich zu den konservativen Methoden stehen die chirurgischen Maßnahmen verhältnismäßig im Hintergrund. Wetterer empfiehlt hier die Exzision circumscripter Hyperkeratosen, Bordier tritt für ihre Elektrokoagulation ein. Alle der Behandlung trotzenden Rhagaden, Keratosen, Warzen oder Ulcerationen lasse man unbedingt unter lokaler Anästhesie frühzeitig bis in das gesunde Gewebe hinein excidieren und durch evtl. mehrfach vorgenommene Transplantationen nach Thiersch-Réverdin decken, denn die Gefahr, daß sich aus einem solchen Ulcus ein Crancroid entwickelt, ist groß (Albers-Schönberg). In neuester Zeit tritt Maragliamo aus eigener Erfahrung energisch für dieses Verfahren ein, indem er es geradezu als die Behandlungsweise der Wahl hinstellt. Schlechtere Erfahrungen hat Albers-Schönberg mit der Auskratzung mittels scharfen Löffels nach vorherigem Gefrieren mittels Aethylchlorid gemacht. Tiefes und gründliches Auskratzen ist hier Vorbedingung, da sonst Rezidive unvermeidlich sind. Haben die angegebenen Methoden keinen Erfolg, so muß in kürzester Zeit die Amputation oder Exartikulation des kranken Gliedes vorgenommen werden, da sonst der geschwürige Zerfall und die maligne Degeneration unweigerlich auch zum Befallensein der noch gesunden Teile führt. Die Behandlung der Ulcerationen der verhornten Stellen unter dem Nagel, die sehr schmerz-

haft und unangenehm sind, besteht nach Albers-Schönberg in der Entfernung des Nagels und nachfolgender tiefer Auskratzung der Verhornungen.

Die Therapie des Röntgenkarzinoms, dessen Diagnose aus der Probeexzision und seinen charakteristischen Symptomen, — von denen das Auftreten eines gleichmäßig quälenden Schmerzes hervorzuheben ist (Bichler) —, oftmals nicht leicht fällt, ist die Röntgenbestrahlung oder die chirurgische Behandlung. Halberstädter, Werner, Wetterer haben mit der Strahlenbehandlung beachtliche Erfolge erzielt, zumal die Operation unter Umständen ein schweres, das Krebswachstum förderndes Trauma bedeutet. Die bestrahlungswirksame Dosis muß dabei mindestens 1 HED betragen. Flaskamp empfiehlt daher, zur Schonung der sowieso schon geschädigten Haut sich unter sorgfältigster Abdeckung der Umgebung auf die isolierte Bestrahlung des lokalen Karzinomherdes zu beschränken. Wetterer berichtet über erfolgreiche Radiumbehandlung bei Verwendung hoher Dosen hochfiltrierter Strahlung. Die chirurgische Behandlung muß in der radikalen Operation, die bis weit ins Gesunde geht, bestehen. Bordier empfiehlt auf Grund seiner langen Erfahrungen die Zerstörung der Karzinomherde mittels Diathermiecoagulation. Die Entfernung geschieht in Lokalanästhesie, sofern die Schädigung nicht im Gesicht, im Nacken oder am oberen Teile der Brust sitzt. Dann muß man auf die Allgemeinbetäubung mit Chloroform zurückgreifen. Das Schwinden des Schmerzsymptoms nach der Behandlung ist besonders bemerkenswert, wonach dann vollkommene Heilung innerhalb zweier Monate erreicht wird.

Die Therapie der lokalen Hautschäden erfährt eine erfolgreiche Unterstützung durch eine zweckmäßig durchgeführte Allgemeinbehandlung. Neben der unerläßlichen Schmerzbekämpfung durch Verabreichung von Analgeticis und Narcoticis kann durch Gaben von Arsen, Eisen und anderen Roborantien der Allgemeinzustand beträchtlich gehoben werden. Ferner wird als Allgemeintherapie die Diät nach Gerson-Sauerbruch-Hermannsdorfer empfohlen. Kalk wiederum sah nach Veränderungen im Säurebasengleichgewicht des Körpers Besserung einer Röntgenulceration.

Der zweithäufigste Angriffspunkt der Röntgenstrahlen nach der Haut ist unzweifelhaft das **Blut** des Menschen. Fast alle Beobachter sahen als Folge ihrer radiologischen Tätigkeit eine Leukopenie mit relativer Lymphozytose auftreten, gewissermaßen eine Umkehrung der normalen Zahlenverhältnisse von Lymphozyten zu Polynocleären. Die Basophilen waren vermindert, die Eosinophilen teils unverändert, teils vermehrt, manchmal vermindert. Außerdem

kommt es verschiedentlich zu einer Monozytenvermehrung. Das rote Blutbild zeigt wiederum keine Einheitlichkeit. Während ein Teil der Autoren es unverändert fand, sahen andere Schädigungen von Ausschwemmungen von Granulofilozyten und anderen jugendlichen Formen bis zu deutlichen Anämien mit Anisozytose, Poikilozytose und Polychromasie. Weiter findet sich eine Verlängerung der Blutgerinnungszeit und eine Schädigung der Blutplättchen bis zu ihrem völligen Schwund. Wie wichtig diese anscheinend so geringfügigen Befunde sind, zeigt uns das nächste Kapitel. Immer wieder sehen wir bei radiologisch Berufstätigen eine schwere Blutkrankheit ausbrechen, deren Ursache in erster Linie eben in dieser Tätigkeit zu suchen ist, unterstützt vielleicht durch eine individuelle Strahlenempfindlichkeit, durch mangelhafte Schutzmaßnahmen, durch zu intensive Arbeit im Strahlenbereich oder durch besonders große Strahlenmengen. Die Zahl dieser Opfer auf dem Felde der wissenschaftlichen, ärztlichen oder industriellen Arbeit kann man nur durch regelmäßige quantitative und qualitative Blutuntersuchungen und ausreichende Ferien vermindern, wie das in den meisten großen Instituten schon seit Jahren durchgeführt wird (in der Regel vierteljährlich eine Blutuntersuchung). Nur so ist es möglich, eine Blutveränderung, die über das normale Maß hinausgeht, frühzeitig zu erfassen, um sie geeigneten prophylaktischen und therapeutischen Maßnahmen zuzuführen.

Primäre Blutkrankheiten als Strahlenfolge.

a) Leukämien.

Es finden sich in der Weltliteratur 8 Fälle davon als Folge der Röntgenlichteinwirkung, und zwar handelt es sich dabei um 4 myeloische und um 3 lymphatische Formen, ein Fall ist nicht näher bezeichnet. Wenn man nun, wie Brinnitzer es macht, die Fälle einer scharfen kritischen Betrachtung unterzieht, so ist allerdings das Resultat wenig befriedigend: Von den 8 Fällen hält keiner der Kritik stand! Auch den Fall von Aubertin, der in diesem Zusammenhang erwähnt wird, hält Brinnitzer für keine wahre Leukämie: „Dieser Röntgenassistent zeigt eine Leukozytensteigerung bis auf 368 000 bei gleichzeitiger Anwesenheit von Allgemeinerscheinungen. Nachdem der Patient aus der Röntgentätigkeit ausgeschieden war, bildeten sich alle Erscheinungen im Laufe vieler Monate zurück." Auch die theoretischen Voraussetzungen der Wirkung der kurzwelligen Strahlen sprechen nicht zugunsten eines solchen ätiologischen Zusammenhangs. Aristide Busi und seine Schule, wie viele andere moderne Radiologen, sprechen den Röntgenstrahlen jegliche Reizwirkung ab, und eine Leukämie als Strahlenfolge wäre

doch nur als Resultat einer solchen erklärbar. Zusammenfassend läßt sich deshalb sagen, daß die Leukämie als Strahlenfolge ein äußerst seltenes Ereignis ist.

b) Anämien.

Die genannten bisher berichteten tödlichen Anämiefälle belaufen sich auf 12 durch Röntgenstrahlen verursachte aplastische Anämien, bei der die große Einheitlichkeit der Befunde auffällt. Sie läßt ein zufälliges Zusammentreffen von Erkrankung und Strahlenwirkung ausgeschlossen erscheinen. Für den ätiologischen Zusammenhang spricht außerdem, daß mehrere der angeführten Fälle außer der im Vordergrunde unseres Interesses stehenden Bluterkrankung andere sichere Zeichen der Strahlenschädigung aufweisen wie Hautveränderungen, Hodenatrophie usw., so z. B. die Fälle von Gavazzeni und Minelli, Faber, Wegelin u. a. Klinisch beginnen die Fälle mit Müdigkeit, Kräfteverfall und den Symptomen der zunehmenden Anämie. Hin und wieder traten Haut- oder Schleimhautblutungen auf. Abgesehen von einem Fall, bei dem sich eine Leukozytose fand, zeigten alle restlichen Fälle eine ausgeprägte Leukopenie, die bis zu 800 Leukozyten im Kubikmillimeter absank. Damit verbunden war, mit einer Ausnahme, eine ausgeprägte stark relative Lymphozytose. Ab und zu wurden Verminderungen der Eosinophilen bis zur Aneosinophilie beobachtet. Allen Fällen war ferner eine enorme Senkung der Erythrozytenzahl und Hämoglobinwerte gemeinsam. Der Färbeindex stieg im allgemeinen nie über 1,0 an. Klinisch finden wir eine Anisozytose, Poikilozytose und Polychromasie; die Milz ist klein, verhärtet, mit Pulpa- und Follikelatrophie und arm an zellulären Elementen. Das Knochenmark war in fast allen Fällen rot, mit starker Reduktion der Erythropoiese und Schädigung der leukozytären Zellinseln. Die Aplasie des Knochenmarks ist jedoch keine völlige, sondern es weist in den Wirbelkörpern und Rippen noch Blutregenerationsfähigkeit auf, wie der gründlich untersuchte Fall von Wegelin zeigt.

Prophylaxe und Therapie der Blutschäden.

Die beste Therapie der Blutschädigung ist und bleibt immer noch ihre Prophylaxe. Sobald eine relative Vermehrung der Lymphozyten bis zu 40 % festgestellt wird, ist die sofortige Entfernung der betreffenden Person aus dem Röntgenbetrieb auf eine bestimmte Zeit hinaus zu fordern (Reckzeh). Zu empfehlen sind dann längere Kuren in hochgelegenen Luftkurorten bei Vermeidung körperlicher Anstrengungen. Auch strenge Kontrolle der Lebensweise

unter Aufsicht von Aerzten ist erforderlich. Spezielle therapeutische Maßnahmen: Arsen, Eisen und Kalkmedikation ergeben sich aus dem klinischen Bild. Reckzeh empfiehlt weiterhin Vitamin-A-Gaben.

Die Schädigung der Generationsorgane.

Die Hoden.

Tierexperimente mit Röntgenstrahlen.

Die Hoden waren die ersten Organe, an denen Albers-Schönberg 1903 eine biologische Strahlenwirkung auf tieferliegende Gewebe überhaupt feststellte. Bei Meerschweinchen und Kaninchen, die in 13 Sitzungen insgesamt 195 Minuten lang bestrahlt worden waren, wurde Oligonekrospermie festgestellt. Bei Erhöhung der Dosis trat Azoospermie ein. Makroskopisch war der Hoden bis zu einem Drittel der normalen Größe verkleinert. Die Kopulationsfähigkeit der Tiere blieb erhalten, auch das körperliche Wohlbefinden war nicht gestört. Belegte Weibchen wurden jedoch nicht trächtig. Die von Frieben durchgeführte histologische Untersuchung am bestrahlten Hoden ergab eine Atrophie des Hodenkanälchenepithels und ein vollständiges Darniederliegen der Spermatogenese. Da Entzündungserscheinungen, auf welche die destruktiven Veränderungen hätten zurückgeführt werden können, fehlten, mußte Frieben einen durch die X-Strahlen bedingten, rein degenerativen Prozeß an den empfindlichen Epithelzellen des Organs annehmen. Die Befunde von Albers-Schönberg und Frieben wurden 1904 von Seldin bestätigt. Buschke und Schmidt, ferner Regaud und Blanc fanden bei ihren Untersuchungen eine weit größere Strahlenresistenz des Nebenhodens als des Hodens. Wenn im Hoden schon totale Aspermatogenese herrschte, waren im Hoden immer noch Spermatozoen nachweisbar. Von großer Bedeutung für die Erforschung der Strahlenwirkung auf den Hoden waren die Arbeiten von Bergonié und Tribondeau. Sie gelangten auf Grund ihrer Versuche, die sie an der weißen Ratte anstellten, zu folgenden Ergebnissen, über die Wetterer folgendermaßen berichtet: „Die Röntgenstrahlen wirken direkt auf die Epithelzellen der Tubuli. Die Sterilisierung erfolgt durch Zerstörung der Spermatogonien. Wenn aber diese hauptsächlich und in erster Linie betroffen werden, so können jedoch auch die anderen Gewebe — Sertolische Zellen und interkanalikuläres Bindegewebe — bei stärkeren, fortgesetzten Bestrahlungen schließlich zur Degeneration gelangen. Bei jugendlichen kräftigen Versuchstieren sind zur Erzeugung völliger Azoospermie und Atrophie stärkere Bestrahlungen nötig als bei älteren Individuen. Das Gewicht des be-

strahlten Hodens weist, wenn auch keine sehr bedeutende, doch immerhin eine nachweisbare Verminderung gegenüber demjenigen des nichtbestrahlten auf. Makroskopisch sind im allgemeinen keine Veränderungen wahrnehmbar. Der Degenerationsprozeß läuft in ungefähr 6 Wochen ab. Es sind dann alle degenerierten Zellen verschwunden. Nun zeigen sich da, wo noch mehrschichtiges Epithel vorhanden ist, die ersten Anzeichen einer Restitution, und zwar im Auftreten von Mitosen, während in der Sertolischen Schicht amitotische Kernteilungen sichtbar werden." Sehr wesentlich war bei den weiteren Untersuchungen die Feststellung, daß den Hauptangriffspunkt der Strahlen die Samenbildungszellen bildeten. Erst in zweiter Linie erstreckte sich die Strahlenwirkung auf den Stützapparat. Die Samenzellen selbst werden um so leichter geschädigt, je weniger sie histologisch und funktionell differenziert sind. Eine nicht so weit gehende Uebereinstimmung wie hinsichtlich der samenbildenden Elemente besteht nun über die Strahlenwirkung auf die weiteren Hodengewebe. Bergonié und Tribondeau hatten die Sertolischen Stützzellen noch intakt gefunden, wenn mäßige Dosen verwendet wurden. Hoffmann und Herxheimer berichten über Wucherung der Stützzellen. Die Untersuchungen über das Verhalten der Zwischenzellen ergaben Strahlenresistenz der Zwischenzellen und kompensatorische Hypertrophie nach Untergang der Samenzellen. Es interessiert außerdem noch die Strahlenwirkung auf die Blutgefäße und das Hodenbindegewebe. Seldin sah nie Gefäßschäden, Bergonié nahm Verdickungen der Gefäßwände und stärkere Vascularisierung des atrophischen Hodens wahr. Am Bindegewebe fanden Krause und Ziegler keinerlei Veränderungen. Hoffmann beschreibt eine Fältelung der die Kanälchen begrenzenden Membrana propria hinein in das Innere der kollabierten Kanälchen.

Die Regeneration.

Alle mit der Erforschung des Röntgenhodens beschäftigten Forscher machten nun die bedeutsame Feststellung, daß eine Regeneration der zugrunde gegangenen Samenzellen stattfinde. Man kann diese Beobachtung ganz allgemein dahingehend zusammenfassen: Bei einer bestimmten Dosis von Röntgenstrahlen bleiben gewisse Samenelemente intakt. Von diesen geretteten Inseln (Simmonds) geht eine Regeneration aus. Sehr wichtig für die Regenerationsvorgänge sind Alter und Gattung der Tierart. Die Regeneration geht aus von den übrig gebliebenen Spermatogonien. Zunächst erfolgt eine Vermehrung, später Umbildung zu Spermatozyten, noch später ein Wiederauftreten von Spermatiden und Spermatozoen.

Bei der Regeneration geht die Zahl der Sertolischen Zellen zurück, das Zwischengewebe verschmälert sich wieder. Die Frage nach der Funktionstüchtigkeit bestrahlter Tierhoden ist durch die Versuchsreihen Nürnbergers an Meerschweinchen und Mäusen im positiven Sinne beantwortet worden.

Die Hodenschädigung beim Menschen.

Schon 1905 berichten Brown und Osgood über Sterilität bei Angestellten der Röntgenindustrie. Bei 18 röntgenologisch arbeitenden Männern fanden sie teils Oligonekrospermie, teils Azoospermie. Es handelte sich um völlig gesunde, kräftige Männer im Alter von 22—40 Jahren, die verheiratet waren, jedoch seit mehreren Jahren keine Kinder mehr gezeugt hatten. Die Untersuchung der an Azoospermie leidenden Männer ergab neben dem Fehlen von Spermatozoen Verminderung der Samenflüssigkeit und in dieser eine ganze Anzahl feiner, runder, stark lichtbrechender kleiner Körper. Eine Hodenatrophie bestand nicht. Auch eine Abnahme der Potentia coeundi war nicht festzustellen. 6 dieser Arbeiter litten außerdem an Röntgendermatitis, in keinem Falle aber war die Skrotalhaut von der Dermatitis betroffen. Brickner stellte durch Umfrage das gleiche bei Aerzten fest, und zwar auch bei solchen die sich nur diagnostisch betätigten. Keimschädigungen sind auch bei Physiklehrern gelegentlich bekannt geworden, welche die Röntgenstrahlen ihren Schülern im Unterricht mit kleinen Apparaten vorführten (Grashey). Laquerrière behandelte einen röntgenologisch tätigen Arzt, der steril war. Im Sperma fanden sich lichtbrechende Körperchen, die schwanzlosen Spermatozoenköpfchen glichen. Später, nachdem Schutzmaßregeln gegen die Strahleneinwirkung ergriffen waren, zeigten sich Spermatozoen, die zunächst unbeweglich, später lebend waren. 5 Monate nach Anwendung der Schutzmaßregeln wurde die Frau des Kollegen gravide. Auch in einem der von Brown und Osgood erwähnten Fälle kam es später zu Schwangerschaft. Nürnberger weiß in einzelnen Fällen von einem Nachlassen der Libido und der sexuellen Potenz zu berichten. Roulier führt diese Fälle auf eine Schädigung der interstitiellen Drüse zurück. Wenn auch systematische histologische Untersuchungen bestrahlter menschlicher Hoden fehlen, darf man doch mit einer großen Wahrscheinlichkeit annehmen, daß sich auch hier ähnliche Vorgänge wie im Tierhoden abspielen: daß eine hohe Strahlenempfindlichkeit der Samenepithelien, aber auch die Möglichkeit der Regeneration besteht. Für die Erholungsmöglichkeit sprechen Schwängerungen durch zunächst aspermische Männer und Spermatozoenfunde bei solchen (Brown und Osgood).

Die Funktionstüchtigkeit röntgengeschädigter menschlicher Hoden.

Die Frage, ob die durch das Präparat nachgewiesene Regeneration der Samenzelle nicht nur eine morphologische, sondern auch funktionelle Vollwertigkeit bedeute, wurde bejaht durch Berichte über gesunde Kinder früher steril verheirateter Röntgenologen und Röntgenarbeiter. Belot berichtet über 44 Schwangerschaften in 12 Röntgenologenfamilien, die fast alle bis zum Ende verliefen, trotzdem die Männer schon seit 14 Jahren ununterbrochen ihrem Berufe oblagen. Die Kinder kamen gesund zur Welt und befinden sich wohl. Nürnberger hielt eine Umfrage bei 30 Röntgenologen, die 3—20 Jahre im Berufe tätig waren, mit folgendem Ergebnis: 13 = 43,3 % waren steril verheiratet, 17 hatten Kinder, und zwar insgesamt 21. 19 Kinder wurden von ihren Vätern als geistig und körperlich vollkommen gesund und normal bezeichnet. Diese Anschauung Nürnbergers wird erhärtet durch einen Bericht Schmitts über ein vollkommen gesundes Kind eines röntgengeschädigten Physikers. Trotzdem die Gegner dieser Anschauung (vor allem Gummert!) den Beweis der Strahlenschädigung an Hand von Fällen erbringen wollten und auf die Folgen einer mongoloiden Nachkommenschaft hinwiesen, sind sie ihn uns doch im allgemeinen schuldig geblieben, so daß die Frage der Nachkommenschaftsschädigung auch in Zukunft noch der Entscheidung harrt. In Uebereinstimmung mit Flaskamp tun wir aber jedenfalls für die Praxis gut, eine relative Möglichkeit anzunehmen, d. h. mit der Möglichkeit einer Spermaschädigung ohne Sterilität des Vaters und der Erhaltung der Befruchtungsfähigkeit zu rechnen. Weitere Umfragen veranstalteten Hickey und Hall und Löffler.

Fassen wir nun die Ergebnisse der Rundfragen zusammen, so ergibt sich für Röntgenärzte, Techniker und Physiker eine Sterilitätshäufigkeit von 34 %, berechnet auf 505 Personen. Von ausschlaggebender Bedeutung für die Häufigkeit der Sterilität bei den Röntgenärzten scheint dabei die kumulierende Wirkung der diagnostischen Strahlung zu sein. Der Einfluß der Strahlenwirkung ist so als erwiesen zu erachten. Die durchschnittliche Kinderzahl der fruchtbaren Ehen haben Hickey und Hall mit 2,2 pro Ehe berechnet. Zum Vergleich für die durchschnittliche Kinderzahl bei den Röntgenologen läßt sich eine amerikanische Statistik heranziehen, die für Aerzte im Alter von 40—44 Jahren eine Kinderzahl von 3 pro Ehe angibt. Die Kinderzahl der Ehen von Röntgenologen und Röntgentechnikern liegt also unter der Norm, die für gleiche oder ähnliche Berufskreise aufgestellt wird. Zur Frage der Früh- und Fehlgeburten finden sich folgende Angaben,

und zwar berechnet auf die Zahl der Konzeptionen: Hikkey und Hall finden vor der Röntgentätigkeit der Aerzte eine Aborthäufigkeit bei der Ehefrau von 2,6 %; nach Aufnahme der Röntgentätigkeit stellen diese Autoren eine Aborthäufigkeit von 4 % fest. Löffler gibt für die Kinder aus 32 Ehen eine Aborthäufigkeit von 7,8 % an. Im Vergleich dazu ergibt die Aborthäufigkeit der Allgemeinbevölkerung viel höhere Werte, was den zwingenden Schluß zuläßt, daß die Aborthäufigkeit bei den Ehen der Röntgenärzte unter der allgemeinen Norm liegt, also keineswegs der Strahlenwirkung zur Last gelegt werden darf! 27 von diesen „Strahlenkindern" wiesen nach den Rundfragen von Nürnberger, Hickey und Hall u. a. von der Norm abweichende Befunde, wie exsudative Diathese, Strabismus, Mongolie, langsame geistige Entwicklung, Nervosität auf. Für die Gesamtzahl der nach Aufnahme der Röntgentätigkeit des Vaters gezeugten Kinder (530) findet man hierdurch einen Prozentsatz von 5,1 der hier aufgeführten Schädigungen. Bei der therapeutischen Ovarbestrahlung finden wir 15 % Abweichungen von der Norm auf 385 Kinder berechnet (Wintz, Flaskamp). Unter den Abweichungen findet sich nur eine schwere Entwicklungshemmung, nämlich der Fall eines mongoloiden Idioten. Berechnet auf 530 Kinder beträgt der Prozentsatz 0,18. Bei dem von Wintz beobachteten Fall (Spina bifida) hätten wir es mit einer Fruchtschädigung zu tun, denn die Mutter, eine Aerztin, war während der Schwangerschaft noch röntgenologisch tätig.

Die Nachkommenschaft der Röntgenassistentin.

Naujoks und Wintz haben das Verdienst, durch geeignete Rundfragen sich nach dem Schicksal der Kinder von Röntgenassistentinnen und Aerztinnen erkundigt zu haben. Sie beobachteten, daß neben vollkommen gesunden Kindern auch übernervöse, nicht sehr kräftige Kinder zur Welt kamen, was zweifellos auf eine Strahlenschädigung zurückzuführen ist. Belot bestreitet auf Grund seiner Erfahrungen die Ansichten von Lacassagne und Coutard, die durch Versuche an kleinen Tieren nachgewiesen hatten, daß auch kleine Dosen die Genitalfunktion schlecht beeinflussen. Er vergaß aber dabei leider den in diesem Zusammenhange maßgeblichen Unterschied der Dosis zu berücksichtigen, weshalb seine Ansicht weiter nicht zu Recht besteht. Das Problem der schwangeren Röntgenassistentin ist nur durch das Verbot der Arbeit mit Röntgenstrahlen für die schwangere Frau zu lösen.

Die Keimschädigung der Frau.

Es handelt sich hier nun darum festzustellen, ob eine Gefahr für die Kinder einer Frau als gegeben zu erachten ist, wenn diese

längere Zeit vor der Konzeption sich mit Röntgenstrahlen beschäftigt hat.

Die Röntgenassistentin im schlecht geschützten Röntgenbetrieb nimmt täglich kleine Strahlenmengen in sich auf. Durch die Erholungsfähigkeit der Zellen werden diese ganz oder zum größten Teil zunichte gemacht. Nun ist aber die Erholungsfähigkeit nicht für alle Zellen gleich. Nur die Zellen mit sehr beschleunigtem Stoffwechselumsatz, die jungen Zellen, gleichen die Noxe sehr rasch aus, ruhende Zellen kumulieren. Das ist durch die vergleichenden Messungen am Menschen, durch die Ergebnisse an Pflanzenkeimen längst bewiesen. Man kann also annehmen, daß die immer wieder zugeführten geringen Mengen von Röntgenstrahlen wohl von den Zellen der reifenden Follikel verhältnismäßig schnell ausgeglichen werden, daß aber die Zellen der Primärfollikel allmählich unter einer größeren Strahlenschädigung stehen, so daß im Verlauf einiger Jahre die Schädigung manifest wird. So sind die Beobachtungen aus früheren Jahren zu erklären, daß bei Röntgenassistentinnen zunächst Unregelmäßigkeiten der Menstruation, mehrmonatige Amenorrhoe, protrahierte Menstruationsblutungen und schließlich ein Sistieren der Menstruation beobachtet wurde. Wenn nun eine Röntgenassistentin aus einem schlecht geschützten Betrieb geheiratet hat, so ist es immerhin denkbar, daß ein Fortwirken der Röntgennoxe in ihren Primordialfollikeln durch die Kumulation noch vorhanden war. Dies hat sich wohl in den meisten Fällen im Sinne der Sterilität ausgewirkt, aber auch eine Keimschädigung wäre in diesem Zusammenhange nicht abzulehnen. Wiederum hängt die Größe der Schädigung nur von der aufgenommenen Dosis und diese von der Art und der Zeitdauer ihrer Beschäftigung ab. Die verzettelte Einzeldosis, die die Röntgenassistentin immer wieder in sich aufnimmt, kann zu einer Schädigung der Primordialfollikel schon zu einer Zeit führen, da die Zellen der reifenden Follikel die Noxe noch zu kompensieren vermögen. Dank einer Umfrage von N a u j o k s besitzen wir sehr interessante Ergebnisse über die Fertilität und die Nachkommenschaft der Röntgenassistentinnen. Die meisten der Frauen litten auch an Störungen des Allgemeinbefindens, wie Gewichtsabnahme, Haarausfall, Müdigkeit, Kopfschmerzen usw. Bei einem Fall traten außerdem Bleichsucht und Neuralgie auf. Diese Tatsache verdient besonders hervorgehoben zu werden. Da die Mutter noch während ihrer Röntgentätigkeit heiratete, wurde ihrem Organismus nicht die Möglichkeit gegeben, sich von der jahrelangen Röntgeneinwirkung zu erholen. Die bei den Kindern in Erscheinung tretenden Abweichungen von der Norm sind daher wohl auf den überanstrengten Organismus zurückzuführen, denn es ist eine erwiesene Tatsache, daß der Gesamtorganismus die Keimdrüsen beeinflussen kann. Diese Beeinflussung der Keimdrüsen durch den jeweiligen Zu-

stand des Gesamtorganismus bezeichnet Stieve als „somatogene Parallelinduktion". Auf jeden Fall besteht nicht die geringste Berechtigung, eine Keimschädigung als erwiesen anzunehmen. Unterberger schildert im folgenden einen sehr interessanten Fall: Eine Aerztin, die intensiv therapeutisch und diagnostisch gearbeitet hat, nur mit einem Bleischutz geschützt, heiratete noch während ihrer Tätigkeit und konzipierte nach Aufgabe der Röntgentätigkeit. Die Schwangerschaft, kompliziert durch ein Hydramnion, endet 8 Wochen zu früh. Das Kind ist ein typischer Froschkopf und weist außerdem eine Meningocele auf. Das zweite Kind, 1½ Jahre später geboren, ist gesund. Die von Naujoks zusammengestellten 91 Röntgenassistentinnen hatten insgesamt 125 Kinder; darunter sind 9 Fälle, die mehr oder wenige schwere Hemmungen und Störungen der Entwicklung oder merkwürdige Erkrankungen des Nervensystems aufweisen. Wenn man nun den Prozentsatz berechnet, so findet man, daß 4 % Entwicklungsstörungen bei den Kindern von Röntgenassistentinnen vorliegen, während 40 % der in utero bestrahlten Kinder schwere Störungen aufweisen. Die Zahl von 4 % liegt an der oberen Grenze der von Nürnberger errechneten Werte, wie sie auch für gesunde unbestrahlte Frauen anzusetzen seien. Obwohl nun das Material zu klein ist, um bindende Schlüsse daraus zu ziehen, so ist die Tatsache doch auffallend, daß unter 125 Kindern 5 Fälle von Entwicklungsstörungen vorkommen. Unsere Forderung für die Zukunft muß deshalb unbedingt dahin gehen, eine gewisse Karenzzeit zu verlangen, ehe eine im Röntgenbetrieb tätig gewesene Assistentin heiratet. Die entstandenen Aborte sind auf eine temporäre Schädigung des Follikelapparates zurückzuführen, die solange andauert, bis neue Primordialfollikel heranreifen, befruchtungsfähig werden und gesunde Kinder geboren werden können. Voraussetzung dürfte hier allerdings ein gesunder Gesamtorganismus der Mutter sein!

Strahlenschädigungen des Auges.

Die Augen zählen nach der allgemeinen Meinung zu denjenigen Organen des menschlichen Körpers, die gegen Strahlen kaum empfindlich sind. Allerdings ist Birch-Hirschfeld der Ansicht, daß die Strahlentherapie und Strahlenpathologie des Auges noch ungeklärte Gebiete darstellen. Tatsächlich gehen auch die Meinungen der Autoren, die auf diesem Gebiete gearbeitet haben, sehr auseinander.

Schon in der ersten Zeit der Anwendung der Röntgenstrahlen, in der ohne Schutzmaßnahmen gearbeitet wurde, traten bei Aerzten und Physikern Veränderungen auf, die wir heute als echte Strahlenschäden erkennen. Neben dem Verlust der Augenbrauen und Wim-

pern stellten sich entzündliche Symptome, Blepharitiden, Konjunktivitiden und ödematöse Veränderungen der Lider ein. Auch Keratitiden, Veränderungen des Hornhautepithels in Gestalt von Geschwürsprozessen und Defekten wurden beobachtet. Systematische Untersuchungen stammen von Birch-Hirschfeld und Chalupecky, die an Kaninchen und Meerschweinchen schwere Veränderungen der vorderen Augenpartien, der Bindehaut und der Hornhaut nachwiesen. Bei stärkerer Strahleneinwirkung kam es zur Trübung und fleckweisen Abstoßung des Hornhautepithels, ferner zur Degeneration der Ganglienzellen der Retina, Vacuolisation der Gefäße und Nervenfasernzerfall im Sehnerv. Für das menschliche Auge beobachtete Birch-Hirschfeld nach intensiver Bestrahlung Kranker mit Karzinom bzw. Ulcus rodens Konjunktivitiden und Keratitiden, auch Kataraktbildung (v. Horay). Von Chalupecky, Birch-Hirschfeld und Hans Meyer wird betont, daß die Linse ganz besonders strahlenresistent sei, eine Behauptung, die allerdings von v. Hippel, Tribondeau, Belley bestritten wird. Diese Forscher untersuchten die Veränderungen an ganz jungen Tieren (neugeborenen Katzen) und fanden vor allem Linsentrübungen bis zur Entwicklung von Katarakt. Es degenerierten zunächst die Epithelzellen der vorderen Linsenfläche. Ferner fand sich konstant eine Mikrophthalmie als Gesamtfolge der verminderten Wachstumsenergie. V. Hippel beobachtete angeborenen Schicht- und Zentralstar bei Kaninchen, welche in utero in den ersten 14 Tagen der Trächtigkeit bestrahlt worden waren. Interessanterweise wurde diese Starbildung aber auch bei extragenitaler Bestrahlung des schwangeren Muttertieres beobachtet. In diesem Sinne sind auch die schweren Augenschädigungen menschlicher Früchte bei direkter und indirekter Bestrahlung der schwangeren Frauen zu verstehen.

Daß eine Strahlenschädigung auch am reifen menschlichen Auge möglich ist, beweisen uns zwei Fälle, die als eindeutiger Beweis einer Berufsschädigung aufzufassen sind: Es handelt sich hierbei um die von Gutmann und Treutler beschriebenen Fälle. Der Gutmannsche Fall betraf einen jugendlichen gesunden Ingenieur, der sich viel mit Herstellung von Röntgenröhren beschäftigt hatte und Sehstörungen verspürte. Gutmann fand Tropfenbildung in der hinteren Kortikalis beider Linsen, die bei Aussetzen der Beschäftigung stationär blieben. Treutlers Patient war Angestellter eines Röntgenlaboratoriums und hatte beiderseits hinteren Polarkatarakt und eine Sehschärfe von 6/60, während er vor seiner Anstellung als Röntgenarbeiter gut gesehen haben wollte. Nach Birch-Hirschfeld und Stargardt haben auch Axenfeld, Salzer und Wilkinson Katarakt nach Röntgen-

strahleneinwirkung beobachtet. Die Beobachtungen von Treutler und Gutmann lassen ebenso wie Versuche am Tier von Alphonse und Meisner den Schluß zu, daß große Dosen und namentlich die chronische Strahleneinwirkung für die Starbildung in Rechnung zu setzen sind.

Die Möglichkeit der Entstehung eines Glaukoms nach Strahleneinwirkung ist durch einen Fall von Birch-Hirschfeld entsprechend beleuchtet worden, dem später ein weiterer Fall von Peter folgte. Als Toleranzgrenze der menschlichen Hornhaut wird von Jakoby 120—130 % der HED angegeben. Obwohl Rados und Schinz auf Grund ihrer tierexperimentellen Untersuchungen das Auge als eines der röntgenunempfindlichsten Organe des Körpers bezeichnen, tun wir doch gut, die Gefahr der chronischen Augenschädigung namentlich im Röntgengewerbe nicht außer acht zu lassen (Flaskamp). Wir sollen deshalb es nicht versäumen, für ausreichenden Schutz der Augen Sorge zu tragen. Auf die Notwendigkeit, die Meibomschen Drüsen zu schützen, hat Stargardt hingewiesen, indem er die Wichtigkeit ihrer Funktion hervorhob. Den Meibomschen Drüsen fällt die Aufgabe zu, mit ihrem dünnflüssigen Sekret den freien Lidrand einzufetten. Wenn dieses Fett fehlt, so laufen die Tränen über den Lidrand hinab, außerdem kommt es leicht zu Maceration des Epithels. Stargardt rät daher zu sorgfältiger Abdeckung der Umgebung des Auges, entweder mit Wismutbrei oder mit Bariumsulfat. Zum Schutz des Auges empfiehlt letzterer weiter die von Ad. Müller-Söhne in Wiesbaden hergestellten Bleiglasprothesen zu tragen. Nach Untersuchungen von Hans Meyer absorbieren diese Prothesen 90—95 % der Strahlung. Bei Verwendung von Bleiglasprothesen empfiehlt sich eine Anfeuchtung des Bindehautsackes mit physiologischer Kochsalzlösung und Cocainisierung der Augen. Hinsichtlich der Therapie der Augenschäden gelten die ophthalmologischen Behandlungsregeln. Nach den im Vorstehenden wiedergegebenen Befunden an strahlengeschädigten Augen darf die Prognose nicht zu leicht gestellt werden.

Muskel, Knorpel, Knochen.

Der Muskel, der Knorpel und der Knochen werden beim erwachsenen Menschen nur in sehr geringem Maße oder vielmehr nur durch sehr hohe Dosen X-Strahlen beeinflußt. Empfindlich sind diese Gewebe nur im Zustand raschen Wachstums, also bei Säuglingen und Kindern. Nach Literaturberichten muß man die Schädigungsdosis für den Säugling auf 25 %, für das Kind auf 50 % der HED festsetzen. Cluzet studierte die Wirkung der Röntgenstrahlen auf

die Kallusbildung. Die Versuche an frakturierten bestrahlten Tieren ergaben eine Verzögerung der Kallusbildung um die doppelte bis dreifache, in einem Falle sogar siebenfache Zeit, gegenüber den unbestrahlten Kontrolltieren. Eine von Wetterer wiedergegebene Beobachtung von Wiesner, wonach jüngere Menschen, welche sich berufsmäßig den Röntgenstrahlen aussetzen, eine starke Verknöcherung sämtlicher Rippenknorpel zeigen, konnte Flaskamp leider nicht bestätigt finden; er glaubt vielmehr an Zufallsbefunde.

Schilddrüse.

Strahlenschädigungen der Schilddrüse sind bisher in der Literatur nur als Schädigungen des kranken Organs bekannt. So veröffentlichten Howell, Wagner v. Jauregg u. a. Fälle von Basedowkranken, die nach therapeutischer Strahlenanwendung myxödematös wurden. Die Schädigungsmöglichkeit des gesunden Organs im Sinne einer myxödematösen Entartung erwägt nun Schmiedt an Hand eines Falles eines Röntgenologen, der 13 Jahre lang mit unzureichendem Strahlenschutz, teilweise unter den primitivsten Verhältnissen, seinen Beruf ausübte.

„Dieser erkrankte 1932 mit den typischen Symptomen eines Myxödems wie verminderter Schweißsekretion, trockenen, glanzlosen Haaren, allgemeiner Mattigkeit, Obstipation etc. Diese Symptome und eine gleichzeitig bestehende Röntgenanämie beeinträchtigten seinen Allgemeinzustand so stark, daß er zwei Monate lang seinem Beruf fernbleiben mußte. Während nun das Blutbild nach der zweimonatigen Pause wieder fast der Norm entsprach, war der Allgemeinzustand des Kranken überhaupt kaum gebessert, d. h. das Myxödem als geschlossenes Krankheitsbild bestand nach wie vor weiter. Die anschließende Untersuchung rechtfertigt diese Anschauung, sie ergab stark erniedrigte Grundumsatzwerte (31,2 %). Der Versuch der Therapie mit Thyreoidin verursachte eine schlagartige Besserung des Allgemeinbefindens mit vollständigem Schwinden der Myxödemsymptome."

Damit ist wohl die Diagnose „Myxödem" einwandfrei sichergestellt, während die gleichzeitig bestandene Röntgenanämie die ursächliche Bedeutung der Röntgenstrahlen für das Zustandekommen des Myxödems erhellt.

Der Röntgenkater.

Der Röntgenkater, dessen treffende Bezeichnung wir Gauß verdanken, umfaßt den großen Symptomenkomplex der Allgemeinerscheinungen, die im Gefolge einer Lokalbestrahlung auftreten können. Wir verstehen darunter das Auftreten von Erscheinungen wie

Unwohlsein, Kopfschmerz, Uebelkeit, Benommenheit, Erbrechen, Abgeschlagenheit, Unlustgefühl und Nahrungsverweigerung als Folge von Strahleneinwirkung. Wir sehen diese Symptome sich langsam nach und nach während der Bestrahlung entwickeln und steigern.

Der Röntgenkater ist nun aber keineswegs eine Erkrankung der bestrahlten Patienten. Kirstein wies schon frühzeitig darauf hin, daß auch die Bestrahler mit ähnlichen Beschwerden zu kämpfen haben. Hier äußert sich der Röntgenkater weniger in akuten stürmischen Erscheinungen als in Gefühlen langsam sich steigernder dumpfer Abgeschlagenheit, Kopfschmerzen, Müdigkeit usw. Entstehung und Ablauf dieser Symptome lehren, daß sie durch eine länger dauernde chronische Strahleneinwirkung verursacht werden. Groß ist die Zahl der Theorien, die sich um die ursächliche Erforschung der Pathogenese des Strahlenkaters bemühen. Die von Reusch seinerzeit geäußerte Meinung, der Röntgenkater hänge von der Vergiftung des Organismus mit Ozon und Stickstoffoxyd ab, die sich bei den Entladungen der hohen Spannung in der Luft bilden, ist heutzutage meist verlassen. Für den modernen Röntgenbetrieb mit gutventilierten Räumen und getrennter Aufstellung von Apparatur und Röhre ist ja die Frage der Ozonschädigung von keinerlei praktischer Bedeutung mehr. Eine Reihe von Theorien erklärt die Entstehung des Röntgenkaters durch die Resorption der Zellzerfallsprodukte (Nekrohormone) aus dem bestrahlten Bezirke. Unter der Einwirkung der Resorption dieser Körper entsteht ein kompliziertes klinisches Bild ähnlich dem bei der parenteralen Eiweißeinführung, bei der Proteintherapie, das sich in den sogenannten hämoklasischen Krisen (Widal) zeigt. Dabei werden Blutdrucksenkung, Beschleunigung der Blutgerinnung, Herabsetzung des refraktometrischen Serumindexes und der Leukozytose beobachtet. Jedoch ist es bis jetzt noch nicht gelungen, diese giftigen Stoffwechselprodukte aus dem Organismus zu gewinnen. Dagegen zeigt eine große Reihe von Untersuchungen, daß bei der Röntgenbestrahlung im Organismus große Veränderungen sowohl im Stickstoff als auch Kohlehydrat- und Lipoidstoffwechsel zustandekommen; daß die Bestrahlung Störungen des Säurealkaligleichgewichtes, des Gleichgewichtes der Elektrolyse usw. hervorruft. So haben Mahnert und Zacherl eine Verringerung der Stickstoffausscheidung und eine Vergrößerung der Ausscheidung der Aminosäuren unter der Einwirkung der Bestrahlung beobachtet. Adler und Wiederbold kommen zu dem Schlusse, daß die Erscheinungen des Röntgenkaters infolge von Verarmung des Blutes und der Gewebe an Kalium, Kalzium und Natrium zustande kommen. Nach der Feststellung verschiedener Autoren (Levy-Dorn und Burgheim) soll der Strahlenkater mit einer Senkung des Blutcholesterinspiegels einhergehen. Dietel kommt

hierbei an Hand von Tierversuchen zu dem Ergebnis, daß die Annahme eines Toxins, das aber nichts mit Nekrohormonen zu tun habe, als ursächliches Moment für die Entstehung der Katererscheinungen in Frage käme. Dieses Toxin könne z. B. aus dem unter Strahleneinfluß zersetzten Cholesterin als ein vagusreizendes Gift entstehen. Für die Cholesterinverarmung als Ursache des Röntgenkaters sprechen auch die Erfolge Dietels mit Leberextrakten, die sozusagen hormonal eine Cholesterinausschwemmung hervorrufen, der eine wirkliche Neubildung zugrunde liegen dürfte (Adler und Lemmel). Miescher sah die Ursache des Röntgenkaters in der Hemmung der Magensekretion unter dem Einflusse der Bestrahlung. Jugenburg beobachtete weitgehende Verschiebungen der Darmmikroflora während der Röntgenbestrahlung. Auf Grund seiner Untersuchungen nimmt er als Ursache des Röntgenkaters die Resorption von Mikrobenzerfallsprodukten aus dem Darme an. Der Röntgenkater werde hierbei von einer starken Herabsetzung des Bakterium-coli-Prozentsatzes und einer entsprechenden Vergrößerung des Prozentsatzes anderer Mikroben begleitet. Als Beweis für die Richtigkeit seiner Vermutungen sind die Heilerfolge mit der von Peretz vorgeschlagenen Colisauermilch zu werten.

Therapie des Röntgenkaters.

Die Unzahl der Theorien, die sich um die Lösung des Katerproblems bemühen, macht es klar ersichtlich, daß keine einheitliche kausale Therapie dafür bestehen kann; vielmehr ist es jeweils die bestehende Theorie, die die einzuschlagende Therapie bestimmt.

Nach der Bestrahlung hilft bei den leichteren Graden Bettruhe, Vermeiden von Essen und Trinken. Recht gute Dienste leisten Valerianapräparate in Form von Baldriantropfen, Neobornyval oder Validol. Hirsch verabreicht seinen Patienten Organextrakte des Hypophysenvorderlappens und kombiniert diese Präparate mit Nebennierenrindenextrakt. Wintz empfiehlt für schwere Fälle Normosalinjektionen. Gute Erfolge wurden in neuerer Zeit mit Colsiltabletten, einem Cholesterinpräparat, erzielt. Mahnert und Zacherl raten zur intravenösen Verabreichung von 40 ccm einer 25 %-igen Traubenzuckerlösung. Sie nehmen an, daß es sich ganz allgemein um einen Effekt hypertonischer Lösungen handelt. Peretz hält auf Grund seiner Untersuchungen die Colisauermilch, welche den vollwertigen Bakterium-coli-Stamm enthält, als vorzüglich geeignetes Mittel zur Bekämpfung des Strahlenkaters. Schreus und Willms führen in der Therapie des Röntgenkaters das Insulin in kleinen Dosen (5—10 Einheiten) ein, um die nach Bestrahlung auftretende Ketonämie zu beseitigen. Hug hat bei seinen Patienten

sehr gute Erfolge mit Cardiazol-Ephedrin verzeichnet. Zum Schlusse seien die guten Resultate Dietels mit Injektionen von Leberextrakten (Hepatrat) genannt, deren Wirkung wahrscheinlich auf dem Antiperniciosaprinzip beruht, wozu sich eine entgiftende Wirksamkeit gesellt.

Strahlenschutz.

Die Intensität und Durchdringungsfähigkeit der Strahlen, die unsere heutigen Röntgenapparate hervorzubringen vermögen, stellte den Strahlenschutz vor eine große und schwere Aufgabe, der er leider längere Zeit nicht voll gewachsen war. Erst nachdem die Entwicklung der Röntgenanlagen und die Dosismessung zu einem gewissen Abschluß gelangt war, und nachdem insbesondere durch die Untersuchungen von Glocker über Strahlenschutzstoffe und ihre äquivalenten Bleidicken die erforderlichen Grundlagen geschaffen worden waren, konnten im Jahre 1930 für medizinische und im Jahre 1934 für nichtmedizinische Röntgenbetriebe Schutz- und Sicherheitsvorschriften gegen direkte und gestreute Strahlung folgen. Die genannten Vorschriften der Deutschen Röntgengesellschaft, auf die hinsichtlich aller Einzelheiten verwiesen werden muß, gliedern sich in den Schutz des Kranken, des Arztes, der im Betriebe tätigen Personen sowie der Nachbarräume; sie behandeln gesondert Diagnostik und Therapie.

Da nun ein gewisses Strahlenminimum in einem Raume, in dem Röntgenapparate laufen, immer vorhanden ist, muß man sich zwangsläufig die Frage nach der Größe der erträglichen Gesamtdosis stellen. Nach Messungen von Mutscheller gilt die Annahme, daß bei 200 Arbeitsstunden monatlich auf die Dauer eine Sekundendosis von 1.10^{-5} r/Sec. ohne Schädigung vom menschlichen Körper ertragen werden kann. Letzterer entspricht etwa einer stündlichen Dosis von 1/20 000 der HED. In Uebereinstimmung mit den Vorschriften der Deutschen Röntgengesellschaft kann somit die Mutschellersche Toleranzdosis zu 0,25 r für den 8stündigen Arbeitstag angesetzt werden.

Dem Bedürfnis des Röntgenologen, sich selbst über die Strahlensicherheit seines Betriebes vergewissern zu können, dient die Dosimetrie mit ihren verschiedenen Meßmethoden und Apparaturen. Die einfachste Einrichtung dieser Art ist die Prüfung mit einem Leuchtschirm. Wenn auch der Schirm eine sehr hohe Empfindlichkeit besitzt, so kann man keinesfalls Strahlungen in der Größenanordnung von 1.10^{-5} r wertmäßig erkennen. Die Messungen derartig feiner Dosen mit Leuchtschirm müssen als ausschließlich relativ angesehen werden. Bouwers und van der Tuuk

empfehlen die von ihnen erprobte photographische Meßmethode jedem, der mit Röntgenstrahlen arbeitet, als ein sehr einfaches, aber ihrem Zwecke entsprechendes Mittel zur fortwährenden Kontrolle der Größe der erhaltenen Tagesdosis. Leider kann diese Methode keine allzu große Exaktheit für sich in Anspruch nehmen. Glocker und Kaupp geben an, daß man Gefahr zu fürchten hat an Stellen, wo ein Astralschirm aufleuchtet. Dies soll nach letzteren mit ungefähr 1 HED in 24 000 Std. übereinstimmen. Das Filmdosimeter von Eggert und Luft beruht auf der Beobachtung des eben noch erkennbaren Schwärzungsfeldes auf einem mit einer Absorptionstreppe verdeckten Film. Es gestattet auf Grund der Eichungsangaben des Herstellers, die r-Zahl jedenfalls größenordnungsmäßig richtig abzulesen. Seine Anwendbarkeit ist beschränkt auf Diagnostikbestrahlungen. Für absolute Dosismessungen, die zu exakten Resultaten führen sollen, ist aber nur die Ionisationsmethode geeignet. Hier sind die bekanntesten das Strahlenschutzionometer von Leistner und das Eichstandgerät von Küstner. Die Justierung des Eichstandgerätes kann optisch erfolgen, wenn man den Brennfleck sehen kann; andernfalls bedient man sich einer Fluoreszenzeinrichtung. Vereinfachte Abstandsmessung und schnelle Justiermöglichkeit sind neben dem Strahlenschutz besondere Vorteile der Anordnung nach Cramer, die in Verbindung mit dem kleinen Eichstandgerät von Küstner verwendet wurde.

Strahlenschutzvorrichtungen.

Bei einem Rückblick auf die Entwicklung der letzten Jahre läßt sich erkennen, daß sich die Ansicht, möglichst schon an der Strahlungsquelle selbst die ungewollte Strahlung zu erfassen und zu beseitigen, immer mehr durchgesetzt hat. Aus ortsfesten, strahlensicheren Umhüllungen der Röhre (Siemens-Bestrahlungskasten) sind bewegliche Schutzgehäuse entstanden, und mit fortschreitender Verbesserung der technischen Hilfsmittel zeigt sich die Linie der Entwicklung: den Schutzmantel immer näher an die Strahlungsquelle zu rücken, schließlich in den Strahlenschutzröhren, wie sie nunmehr in vollendeter Ausführung dem Röntgenologen zur Verfügung stehen. Ihr Prinzip besteht darin, nur die Nutzstrahlung durch ein Fenster in der Röhre austreten zu lassen, während eine die Röhre umhüllender dicker Bleimantel die unerwünschte Strahlung abfängt. Ueberdies kann durch zweckmäßige Form der Elektroden die Entstehung schädlicher Stiel- und Streustrahlen innerhalb der Röhre verhindert werden. Dank einer geerdeten Metallumhüllung, die die die Röntgenröhre umschließende Haube und die Zuleitungskabel umgibt, arbeiten die meisten Apparaturen auch vollkommen

hochspannungssicher. Der Arzt und das Bedienungspersonal brauchen sich also nur, wie in jedem Falle notwendig, gegen die Nutzstrahlung und die vom Patienten ausgehende Streustrahlung zu schützen.

Lassen Sie uns nun einen Blick in die einzelnen Sparten röntgenärztlicher Tätigkeit tun, um die verschiedenen Schädigungsmöglichkeiten entsprechend beleuchten zu können!

Am günstigsten liegen die Verhältnisse beim röntgenphotographischen Arbeiten. Die verabreichten Dosen sind gering. Das Bedienungspersonal kann hinter einer guten Schutzwand, in einem Schutzhause oder von einem Nachbarzimmer aus den Apparat bedienen. Streng verboten ist es, die eigenen Finger als Fixationsapparate und dgl. innerhalb des direkten Strahlenkegels zu bringen. Bei Fernaufnahmen soll der Blendenausschnitt nur so groß sein, daß er gerade das benutzte Plattenformat auszeichnet, aber nicht größer.

Der Schutz bei röntgentherapeutischer Bestrahlung ist schwerer durchzuführen. Die Dosen sind groß, die Strahlung ist hart und durchdringend und wird von den im Raum befindlichen Gegenständen und von den Wänden, vom Fußboden und der Decke gestreut. Es handelt sich täglich um einen mehrstündigen Betrieb. Das Personal muß sich entweder in einem vom Fußboden bis zur Decke reichenden, gut lüftbaren Strahlenschutzhause aus strahlensicheren Wänden aufhalten, oder die Röhren müssen vollständig von Blei und Bleigummiwänden umhüllt sein. Dadurch wird die ungewollte Brennfleckstrahlung, die Stiel- und die Streustrahlung der Röhre auf ein Minimum reduziert. Durch geeignete Lagerungstische und Streustrahlschutzmittel läßt sich die Streustrahlung des Patienten ebenfalls zum Großteil abfangen. Sie muß ebenfalls beseitigt werden, da deren Menge fast an allen Stellen des Bestrahlungsraumes die Toleranzdosis überschreitet. Zu diesem Zwecke wird vorgeschlagen, den Patienten in einen Strahlenschutz aus stoffüberzogenem Blei zu legen, der den Patienten einhüllt und nur das Strahleneinfallsfeld freiläßt. Am besten ist das Dreizimmersystem: Apparat, Patient und Schalttisch je in einem eigenen Raum.

Am schwierigsten ist der Schutz bei Röntgendurchleuchtungen durchzuführen. Die direkte Strahlung läßt sich zwar durch einen Bleiglasbelag des Leuchtschirmes und durch entsprechende Begrenzung des Strahlenbündels, so daß dieses vom Leuchtschirm voll aufgefangen wird, unschädlich machen. Hauptgefahrenquelle ist hier der Patient, dessen Streustrahlung bei großem Durchleuchtungsfeld in der Nähe des Durchleuchtungsschirmes eine Sekundendosis erzeugt, die in etwa 200 Stunden ein Erythem hervorrufen würde. Diese unerlaubt hohe Dosis muß, da sie nicht voll und ganz beseitigt

werden kann, zum mindesten auf ein Minimum herabgedrückt werden. Bei Durchleuchtungsgeräten geschieht dies durch einen vom Leuchtschirm nach unten reichenden Schutzlappen aus Bleigummi, dessen Anbringung Pflicht ist, während das bei den beiden anzubringenden Seitenlappen nicht der Fall ist. Sie sollten dann aber unbedingt Verwendung finden, wenn Mitbeobachter beim Durchleuchten vorhanden sind. Ferner ist die Verwendung von großen Bleigummischürzen oder von Strahlenschutzkanzeln, besonders in halbzylindrischer Ausführung, sehr zu empfehlen. Einen absoluten Strahlungs- und Hochspannungsschutz gewährt die Ratkoczi-Kabine. Der Patient befindet sich bei der Durchleuchtung in einem besonderen Raum. Hinter der strahlendurchlässigen Rückwand steht die Röntgenröhre, deren Lage mit Hilfe eines Zahnrad- und Kettensystems vom Platz des Untersuchers aus verändert werden kann. Die Vorderwand hat eine Kulissenabdeckung aus Strahlenschutzstoff. Der Leuchtschirm ist frei beweglich und kann nötigenfalls direkt dem Körper des Patienten angelegt werden. Die Gefahr einer Fingerverbrennung beim Palpieren wird durch den Bergschen Schutzhandschuh vermieden, dessen Vorder- und Rückfläche mit Schutzstoff bewehrt ist. An Materialprüfungsstellen und in anderen technischen Betrieben, wo Röntgenstrahlen verwendet werden, muß für genügenden Schutz gesorgt werden, und zwar wird dieser Schutz am besten schon in die ganze Apparatur so mit hineinverarbeitet, daß er nicht entfernt werden kann, daß also das Bedienungspersonal auch bei Unvorsichtigkeit und ungenügender Belehrung keinen ernstlichen Gefahren ausgesetzt wird.

Wenn wir heutzutage noch Röntgenschäden auftreten sehen, so liegt das weniger an der Unzulänglichkeit des Apparateschutzes, sondern vielmehr in dem grenzenlosen Leichtsinn begründet, mit der leider auch zum Teil ärztlicherseits an die Bedienung der Apparaturen herangegangen wird. Schuld daran ist größtenteils die fehlende oder nur teilweise vorhandene Erkenntnis der Röntgenstrahlen als Gefahrenquelle für den menschlichen Gesamtorganismus. In diesem Sinne ist es auch voll und ganz zu verstehen, wenn man dem Leiter eines Röntgenbetriebes die Belehrung und Unterweisung seines Personals in der Apparatebedienung zur unbedingten Pflicht macht, widrigenfalls eintretende Schäden für ihn selbst haftpflichtig sind. Die Zukunft wird wohl am besten beweisen, daß die von den bedeutendsten Vertretern des Röntgenfaches aufgestellte Forderung nach sachgemäßer Schulung in Kursen voll zu Recht besteht und ein wichtiges Wort in der Schadenverhütung mitsprechen wird.

Literaturangaben.

Babarczy, Strahlentherap. 19, 531.

Baudet, Ulcère de radiodermite traité et guéri par la sympathectomie périartérielle. Bull. Soc. nat. Chir. Paris 61, 991—94 (1935).

Béclère, Ueber den Strahlenkrebs bei Radiologen. Strahlenther. 1937, 60 Bd., H. 1, S. 9.

Bering u. Zitzke, Die beruflichen Hautkrankheiten. Leipzig 1935.

Blumenthal—Böhmer, Strahlenbehandlung bei Hautkrankheiten, Berlin 1932, S. 85 u. 264.

Bordier, Arch. Electr. méd. 41, 464 (1933).

Bouwers u. van der Tuuk, Strahlenschutz. Fortschr. a. d. G. d. R. 1930, 41. Bd., S. 767.

Brinnitzer, Blutkrankheiten als Strahlenfolge. Strahlenther. Bd. 52, H. 3, 1935, S. 704.

Cramer, zit. nach Hasché, Ueber eine Strahlenschutz- und Justieranordnung für Messungen von Röntgenstrahlen in absolutem Maß. Strahlenthr. 58. Bd., H. 1, S. 170.

Cremer, Röntgenkatarakt, deren Bedeutung und Verhütung. Strahlenther. 1930, Bd. 36, H. 4, S. 733.

Dean, Die Opfer der Röntgendermatitis in England. Fortschr. f. Röntgen. 1908, B. 12, H. 6.

Delherm et Fainsilber, Radiodermite chronique des radiologistes traités par l'électrolyse négative. Bull. Soc. franç. Electrothér. et Radiol. 44, 160—162 (1935).

Dietel, Zur Entstehungsweise und Behandlung des Strahlenkaters. Strahlenther. Bd. 52, H. 2, S. 270, 1935.

Eggert u. Luft, Röntgenpraxis Bd. 1 (1929), S. 188, 655.

Ernst u. Ott, Die vom Patienten ausgehende Streustrahlung bei Tiefentherapie. Strahlenther. 1935, Bd. 53, S. 595.

Fischer, Röntgenstrahlen — sowie andere Schädigungen und Nachkommenschaft. Wiener Med. Wochenschr. 1930, Nr. 6.

Flaskamp, Ueber Röntgenschäden und Schäden durch radioaktive Substanzen. Berlin-Wien 1930.

Germer, Der Röntgenkater, sein Wesen und seine Behandlung. Med. Welt 1937, Nr. 47, S. 642.

Glocker, Prinzipien des Strahlungs- und Hochspannungsschutzes und ihre technische Durchführung. Fortschr. a. d. G. d. R. Bd. 44,

Glocker u. Kaupp, Strahlenther. 20 (1925), S. 144.
H. 2, 1931.

Grashey, Allgemeine Neben- und Nachwirkungen der Röntgenstrahlen, Berufsschädigungen. Strahlenther. 1931, Bd. 41, H. 1, S. 39.
Heise, Die experimentelle Prüfung von Strahlenschutz und Raumstrahlung in 18 neuzeitlichen Röntgenbetrieben. Strahlenther. Bd. 53, S. 574 (1935).
Hesse, Das Röntgenkarzinom. Fortschr. a. d. G. d. R. 12, 82.
— Das Röntgenkarzinom. Fortschr. a. d. G. d. R. 1911, Bd. 17, S. 82.
Hirsch, Leitfaden der Berufskrankheiten der Frau. Stuttgart 1919.
Holzknecht, Die ernsteren Röntgenschäden der Röntgenologen und ihre Therapie. Fortschr. a. d. G. d. R. 1931, Bd. 44, H. 1, S. 78.
Jugenburg, Peretz u. Mostowa, Neuere Ergebnisse zur Pathogenese des Röntgenkaters. Fortschr. a. d. G. d. R. 1934, 49. Bd., S. 632.
— Pathogenese, Prophylaxe und Therapie des Röntgenkaters. Fortschritte a. d. G. d. R. 1935, Bd. 51, S. 280.
Kirschmann, Das Röntgenverfahren. Leipzig 1930, S. 127—31.
Kirstein, Die Gasvergiftung im Röntgenzimmer. Strahlenther. 10, H. 2.
Koelsch, Handbuch der Berufskrankheiten, 1. Bd., Jena 1935.
Köhler, Die subjektiven Allgemeinbeschwerden der Röntgenologen. Fortschr. a. d. G. d. R. 1936, Bd. 53, H. 3, S. 490.
Köhler u. Brock, Chronische Berufsröntgenschädigung der Zehen, Fußrücken und Vorderseite der Unterschenkel. Strahlenther. 57. Bd., H. 1.
Krause, Ueber die Behandlung des Röntgenulcus. Zentralbl. f. Röntgenstr. 1, H. 3 u. 4, S. 98, 2.
— Beitrag zur Kenntnis des Röntgenkarzinoms als Berufskrankheit. Strahlenther. 35, 1930.
Laquerrière u. Delherm, Un cas d'azoospermie chez un médecin radiologiste. Assoc. franç. pour l'avancement des sciences. Lyon 1906, S. 249. Zit. nach Faber, Fortschr. a. d. G. d. R. 16, 437.
Maragliano, Contributo alla terapia delle roentgendermatiti chroniche dei radiologi. Fortschr. a. d. G. d. R. 1936, Bd. 53, S. 498 bis 500.
Martius, Keimschädigungen durch Röntgenstrahlen. Strahlenther. 1931, Bd. 41, H. 1, S. 47.
Meyer, Lehrbuch der Strahlentherapie, Bd. 1, Berlin-Wien 1925.
Mutscheller, Amer. J. Röntgenol. 13 (1925), S. 65.
Nürnberger, Keimschädigungen und Röntgenstrahlen. Arch. f. Gyn. Bd. 125, 1925.
Petzoldt, Ionometrische Messungen des Strahlenschutzes in medizinischen Röntgeninstituten. Fortschr. a. d. G. d. R. 1934, 49. Bd., H. 4.
Reckzeh, Röntgenschädigungen des Krankenhauspersonals. Med. Klin. 1935, 2, 1434—1436.
Reusch, Gasvergiftung im Röntgenzimmer und ihre Verhütung. Münch. Med. Wochenschr. 1917, Nr. 14.

Reyn, Die Finsenbehandlung, ihre Grundlage, Technik und Anwendung. Berlin 1913.
Rieder—Rosenthal, Lehrbuch der Röntgenkunde, Bd. 3. Leipzig 1928, S. 183.
Schmiedt, Myxödem bei einem Röntgenologen. Fortschr. a. d. G. d. R. 1934, Bd. 49, S. 593.
Uhlmann, Neue Methoden in der Prophylaxe und Therapie von Röntgenstrahlenschäden der Haut. Med. Klin. 1933, H. 2, 1649—51.
Wetterer, Handbuch der Röntgen- und Radiumtherapie, 1. Bd. München-Leipzig 1919.
Wintz u. Wittenbeck, Handbuch der Gynäkologie, 4, 2, 2.
Wölfflin, Ueber Röntgenschädigungen des Auges und deren Verhütung mittels Schutzprothesen. Strahlenther. 1932, Bd. 44, H. 4, S. 800.
Wright, Aloe vera in the treatment of Roentgenulcers and teleangiectasis. J. Amer. Med. Assoc. 106, 1363—64 (1936).

Lebenslauf.

Als Sohn des Nervenarztes Dr. Gaston V o r b e r g wurde ich am 2. September 1913 in München geboren. Mit 6 Jahren genügte ich meiner ersten Schulpflicht. Nach vierjährigem Besuch der Gebele-Volksschule trat ich 1923 in die hiesige Luitpold-Oberrealschule ein, an der ich 1932 mein Abitur ablegte. Im Mai 1932 begann ich das medizinische Studium an der Universität München, der ich alle 11 Semester angehörte. 1937 legte ich das Staatsexamen ab und trat dann als Medizinalpraktikant ins Krankenhaus rechts der Isar ein, woselbst ich zur Zeit auf der medizinischen Abteilung tätig bin.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. V o l t z für die Ueberlassung des Themas und Herrn Professor Dr. E y m e r für die Uebernahme des Referates meinen ergebensten Dank auszusprechen.